

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-204904  
(43)Date of publication of application : 25.07.2000

(51)Int.CI.  
F01D 11/02  
F01D 5/10  
F02C 7/18

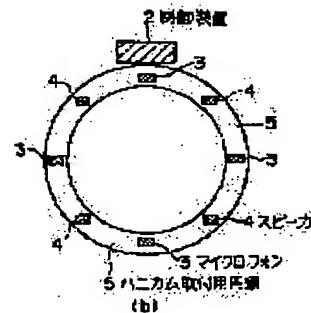
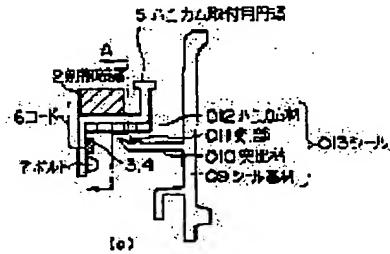
(21)Application number : 11-007218  
(22)Date of filing : 14.01.1999  
(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD  
(72)Inventor : HIROTA MASA  
KISHI KIMIHIRO  
MITA SEIJI

## (54) ACTIVE DAMPER SEAL

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an active damper seal which is capable of effectively decreasing vibration generated on a seal.

SOLUTION: An active damper seal comprises a seal 013 which is placed between a rotating body and a stationary member and is arranged on the rotating body, an oscillatory wave detecting means 3 which detects the oscillatory wave generated on the seal 013 by passage of a sealed conductor, a controlling means 2 which outputs a signal generating a reduced oscillatory wave shifted 180 degrees with respect to the phase of the generated oscillatory wave, an oscillatory wave releasing means 4 which generates the reduced oscillatory wave from the signal of the controlling means 2 and reduces the generating oscillatory wave by emitting to the seal 013.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

# Best Available Copy

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-204904

(P2000-204904A)

(43) 公開日 平成12年7月25日 (2000.7.25)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
F 01 D 11/02  
5/10  
F 02 C 7/18

識別記号

F I  
F 01 D 11/02  
5/10  
F 02 C 7/18

テーマコード (参考)  
3 G 0 0 2

A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O.L. (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平11-7218

(22) 出願日

平成11年1月14日 (1999.1.14)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 廣田 雅

愛知県小牧市大字東田中1200番地 三菱重工業株式会社名古屋誘導推進システム製作所内

(72) 発明者 貴志 公博

愛知県小牧市大字東田中1200番地 三菱重工業株式会社名古屋誘導推進システム製作所内

(74) 代理人 100069246

弁理士 石川 新 (外1名)

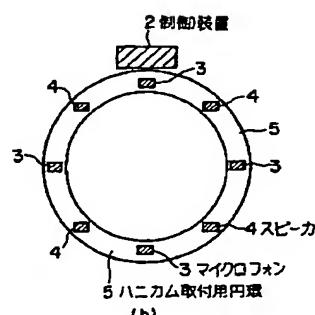
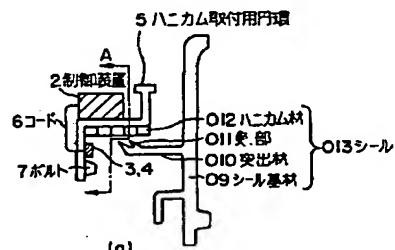
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アクティブダンバーシール

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ロータディスクを冷却する冷却流路と燃焼ガス流路との間に形成される隙間のシールは、被シール媒体の通過によって発生する振動の励振力の特定がしつづく、振動の低減を行うためのダンバの設計が困難であり、振動を低減することが困難であった。このような不具合を解消してシールに発生する振動を効果的に低減させることのできるアクティブダンバーシールの提供を課題とする。

【解決手段】 回転体と静止部材との間に介装され、回転体に設置されたシール013、被シール媒体の通過でシールに発生する発生振動波を検知する振動波検知手段3、発生振動波と180度位相のずれた低減振動波を発生させる信号を出力する制御手段2、制御手段からの信号により低減振動波を発生させ、シールに向けて放射させて発生振動波を低減させる振動波放出手段4とを設けるものとした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】回転体と前記回転体近傍の静止部材との間に介装され、前記回転体に設置されたシールと、周辺を流れる被シール媒体で前記シールに発生する発生振動波を検知する振動波検知手段と、前記振動波検知手段からの信号により、前記発生振動波と180度ずれた逆位相の低減振動波を発生させる信号を出力する制御手段と、前記制御手段からの信号により前記低減振動波を発生させ、前記シールに向けて放射させて、前記発生振動波を低減させる振動波放出手段とを設けたことを特徴とするアクティブダンパシール。

【請求項2】前記制御手段が、前記低減振動波の振幅を前記発生振動波の振幅と略等しい大きさの振幅にする信号にして、振動波放出手段に出力するものであることを特徴とする請求項1のアクティブダンパシール。

【請求項3】前記振動波検知手段、前記振動波放出手段および前記制御手段が、前記静止部材に取りつけられていることを特徴とする請求項1又は請求項2のアクティブダンパシール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高温の燃焼ガスで駆動されるガスタービン、特に、航空機用のガスタービンにおいて、燃焼ガス流路の内側に配置されるロータディスクを冷却して、高温劣化を防止するために、ケーシングの外周側に設けられる燃焼ガス流路とは別に、燃焼ガス流路の内側に設けた冷却流路を流すようにした冷却空気が、燃焼ガス流路内に流入するときに、回転体と静止部材との間に形成された隙間に設置されるシール周辺を高速で流れる冷却空気によって発生するシールの振動を能動的に低減するためのアクティブダンパシールに関する。

## 【0002】

【従来の技術】高温の燃焼ガスで駆動される航空機用のガスタービン等においては、燃焼ガス流路の内側に配置されるロータ外周面、ロータディスクが、燃焼ガスから伝達される熱により加熱され、高温劣化するのを防止するために、燃焼ガス流路よりもガスタービンのロータが設けられている軸心側の内側に冷却流路を設けて、この冷却流路に冷却空気を流し冷却するようにしている。この冷却流路を流すようにした冷却空気は、燃焼ガス流路を流れ動翼を駆動する燃焼ガスと略バランスする圧力にして、ロータ外周面近傍から冷却流路に供給され、ロータ外周面、ロータディスクおよび動翼の翼根部を冷却した後、これらの回転体と回転体近傍の静止部材との間に設けた隙間から燃焼ガス流路に流出させるようにしている。

【0003】このような冷却空気は、前述した被冷却体の冷却効果を高めるために、隙間からの流出を制御して燃焼ガスとの混合を遅らせるように回転体である動翼の

翼根部と動翼の上流側に配置される静翼の翼端（内周端）より内側に設置された静止部材との間にシールを設けるようにしている。このシールの設置は、前述したロータ、ロータディスクの冷却に効果があるばかりでなく、燃焼ガス流路への低温の冷却空気の流入による燃焼ガスの温度低下を防止し、ターピン効率の劣化にも効果がある。

【0004】隙間に設置されるこのようなシールは、通常、動翼の翼根部とロータディスクとの間で、周方向に回転体に配設された円環状のシール部材から上流側に突出させた突出材の先端に設けた突部の先端から静止部材に向けて突出して設けた先端を、静止部材に近接させて設けるようにした構成にされている。

【0005】図2は、一般的なガスタービンの部分断面を示す図である。図2(a)に示すように、ガスタービン01の外周を形成するケーシング02の内部外周側には、図示省略した上流側に設置された燃焼器で発生させた高温の燃焼ガスを流すようにした燃焼ガス流路03が、ガスタービン01の軸方向に形成されている。

【0006】この燃焼ガス流路03内には、ケーシング02の内周面に穿設された溝に外環が嵌合されて固定され、外環を貫通させた作動軸を回動させることにより、燃焼ガスの流れの方向に対する姿勢角を変えて、流入する燃焼ガスの流速、流れの方向を制御して流出させるようにした、翼型形状の断面形状にされた静翼04と、静翼04から流出する高温、高速の燃焼ガスで作動して、ロータ06を回動させて動力を外部へ出力する動翼05が、複数段にわたって燃焼ガスの流れ方向に配設されている。

【0007】この動翼05は、静翼04と同様に翼型形状の断面形状にされて、ガスタービン01の軸心に沿って配設されたロータ06の外周面から突出して設けられたロータディスク07の外周面全周にわたって穿設された溝内に、その翼根部を嵌合させて全周にわたり植設され固定されるようにしている。また、静翼04の翼端（内周端）を支持する内環の内周面と、ロータ06外周面およびロータディスク07との間には、燃焼ガス流路03と分離されて冷却流路08が設けられ、燃焼ガス流路03内に設置されて高温化する動翼05の翼根部を支持しているロータディスク07、およびロータ06外周面を冷却するための冷却空気をロータ06外周面近傍との間に設けた隙間から取り入れて流すようにしている。

【0008】この冷却流路08を流すようにした冷却空気は、燃焼ガス流路03を流れる燃焼ガスの圧力と略バランスする圧力にして冷却流路08に供給され、冷却流路08を流れる間にロータ6、ロータディスク07を冷却した後、可動部である動翼05、およびロータディスク07と静止部である静翼04の内環の内周面との間に形成される隙間を通じて、最終的には燃焼ガス流路に流出させるようにしている。

50

【0009】前述したように、冷却流路08に供給される冷却空気は、燃焼ガスの圧力とバランスした圧力にして供給されるようにしているが、ガスターピン01の負荷変動によっては、冷却空気と燃焼ガスとの圧力バランスがくずれることがあり、冷却流路08に供給された冷却空気は、ロータ06外周面およびロータディスク07を充分冷却することなく、低温状態のまま隙間を通じて燃焼ガス流路03内に流入し、燃焼ガス温度を低下させてターピン効率を劣化させ、又は逆に高温の燃焼ガスが冷却流路08に流入して、ロータディスク07を高温化させて強度を低下させ、又はロータ06の外周面を高温化させてロータ06を変形させることがある。

【0010】このために、動翼05の翼根部とロータディスク07との間の上流側に周方向に配設され、Ni合金で形成された円環状のシール基材09、シール基材09の上流側の面から静止部材が設置された上流側に向けて突出させて設けられた突出材010、突出材010の先端部でラビリンスを形成する突部011からなるシール013と静翼04の内環内周面の突部011と対向する位置に張設されたNi合金で形成されたハニカム材012とから形成されるシール装置を設けて、例えば、図2(b)に矢視で示すように、冷却流路08から燃焼ガス流路03へ流出する冷却空気の漏洩流014を制御するようしている。

【0011】しかしながら、漏洩流014である被シール媒体の流速が特に、加速されることから、この被シール媒体の流体力により、シール013に大きな音響振動を発生することがある。特に、シール013のうち、接触時の破損を軽微するために柔構造にされ、特に上流側に突出させた長い突出材010、および突出材010の先端に設けるようにした突部011では被シール媒体であるこの漏洩流014が発生させる音響的振動に反応して大きな振動を起こし、シール性を劣化させ、冷却効率を低下させるとともに、突部011とハニカム材012の接触を引き起し損傷することがある。

【0012】このようなシール013、特に突出材010、突部011に発生する音響的振動を押さえるために、従来、突部011を設けるようにした突出材010の先端で突部011が設けられる側とは反対側の下面にダンバ015を組み込み、振動を低減することが行われている。すなわち、突出材010下面に組み込まれたダンバ015は、動翼05、ロータディスク07等の回転部の回転中にダンバ015に働く遠心力により摩擦力を発生させて、この摩擦力をシール013を構成する突出材010、突部011に伝達し、シール013に発生する音響的振動を、この摩擦力で減衰させる構造としたものである。

【0013】しかしながら、シール013に発生する音響的振動を効果的に減衰させるために必要なダンバ015の構造を、計算により設計することはシール013周辺

を流れる被シール媒体の流速が大きく変化するために、被シール媒体の通過による励振力の特定が難しく、シール013に発生する音響的振動を効果的に低減させることのできるダンバ015の設計が、困難であるという不具合があった。

#### 【0014】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、回転体に設置されるシールに、シールの周辺を高速で流れる被シール媒体によって発生する音響的振動を低減するため、従来設けるようにしている振動低減装置の設計上の困難性を回避して、シールに発生する振動の振動数、振幅のいかんに拘わらず、効果的に低減することのできるアクティブダンバシールを提供することを課題とする。

#### 【0015】

【課題を解決するための手段】このため、本発明のアクティブダンバシールは、次の手段とした。

【0016】(1)回転体に設置され、回転体と回転体近傍の静止部材との間に形成される隙間を通して被シール媒体の流れを一定量にして、隙間を通過する被シール媒体の漏洩流量を制御するためのシールを設けた。

【0017】(2)シールを設けた隙間周辺を流れる被シール媒体の流体力によって、シールに発生している音響的振動である発生振動波を検知し、発生振動波の波形(振動数)、振幅等からなる振動特性を出力する、圧電素子若しくはマイクロフォン等からなる振動波検知手段を設けた。

【0018】(3)振動波検知手段で検知され、入力された発生振動波を180度位相の逆位相の振動波にして、シールに発生している発生振動波に放射して、発生振動波と相殺することにより、発生振動波を減衰させることのできる低減振動波を発生させる信号を、振動波放出手段へ出力する制御手段を設けた。

【0019】(4)制御手段から入力された信号により、発生振動波を低減させることのできる低減振動波を発生させて、音響的振動である発生振動波が発生しているシールに向けて放射させ、シールに発生している発生振動波を低減振動波により相殺することにより、シールの発生振動波を低減させる圧電素子若しくはスピーカー等からなる振動波放出手段を設けた。

【0020】(a)本発明のアクティブダンバシールは、上記(1)～(4)の手段にしたことにより、回転体と回転体近傍の静止部材との間に形成される隙間に設けられたシールに、隙間を通過する被シール媒体の通過により発生している音響的振動である発生振動波の波形(振動数)等の振動特性が、常時正確に検知でき、この検知された振動特性の波形に対応して180度位相の逆位相の波形の低減振動波を発生させて、この低減振動波を音響的な発生振動波が発生しているシールに向けて放射することにより、シールに発生している発生振動波が、いかなる振動特性のものである場合において

も、より効果的に低減させることができる。

【0021】すなわち、隙間に通過する被シール媒体の通過により、隙間に設けられたシールに発生する種々の発生振動波に対応して、剛性、重量分布を設計する必要のあったダンバの設計上の困難性が解消でき、しかもシールに発生している発生振動波が、いかなる振動特性のものである場合においても、効果的に低減させることができ、シール性を向上させることができ、隙間から漏洩する被シール媒体の漏洩流量を所定の流量に制御することができる。

【0022】また、本発明のアクティブダンバシールは、上記(1)～(4)の手段に加え、次の手段とした。

【0023】(5)(3)の手段における制御手段が、振動波検知手段で検知されたシールに発生している発生振動波の波形と180度位相のずれた逆位相の波形にするとともに、逆位相にされる低減振動波の振動特性である振幅を、発生振動波の振幅と略等しい大きさにして、シールに放射して、シールに発生している発生振動波を低減させる信号にして振動波放出手段に出力するものとした。

【0024】(b)本発明のアクティブダンバシールは、上記(a)に加え、上記(5)の手段にしたことにより、シールに発生している発生振動波は、発生振動波の波形と180度位相のずれた逆位相の波形にされ、しかも、発生振動波の振幅と略等しい大きさの振幅にされた低減振動波の放射により、より効果的に発生振動波を低減させることができ、被シール媒体の通過によりシールに発生する発生振動波を、より小さなものに減衰させることのでき、シールが殆ど振動せずシール性に富むものにでき、被シール媒体の漏洩流量をより効果的に制御することができる。

【0025】また、本発明のアクティブダンバシールは、上記(1)～(4)の手段、又は上記(1)～(5)の手段に加え、次の手段とした。

【0026】(6)(2)の手段における振動波検知手段、(3)の手段における制御手段、および(3)の手段における振動波放出手段が、回転体との間に隙間を形成して配設される回転体近傍に配設される静止部材に取りつけられるものとした。

【0027】(c)本発明のアクティブダンバシールは、上記(a)又は上記(a)、(b)に加え、上記(6)の手段にしたことにより、振動波検知手段、制御手段および振動波放出手段が、振動の比較的小さい若しくは殆んど振動しない静止部材に設置されるので、これらの手段を故障の少ない安定した作動をするものにでき、シールに発生している発生振動波の振動減衰を、より信頼性の高いものにすることができる。また、前述したように従来のシールに発生する発生振動波の低減装置が接触方式であることに対し、非接触方式にでき、しか

も、回転部にとりつける必要がなく取付けが簡易になる。

【0028】

【実施の形態】以下、本発明のアクティブダンバシールの実施の一形態を図面にもとづき説明する。なお、図において図2に示す部材と同一若しくは類似の部材には、同一符号を符して説明は極力省略する。図1は本発明のアクティブダンバシールの実施の第1形態を示す図で、図1(a)は図2(b)に対応して示す本実施の形態の

10 アクティブダンバシールの縦断面図、図1(b)は図1(a)に示す矢視A-Aにおける横断面図である。

【0029】図に示すように、上端部が図2(a)に示す静翼04の内環に固着され、縦断面形状が鋸型にされて、鋸型の水平部下面に前述したハニカム材012を配設するようにした、ハニカム取付用円環5のハニカム材012設置部と対向する水平部上面には、シールに発生している振動を解析するとともに、解析結果にもとづき、シール013に発生している振動を低減させることのできる低減振動波を発生させる制御手段としての制御

20 装置2が設置されている。

【0030】また、水平部から垂下させたハニカム取付用円環5の突部011(突出材010)と対向する側面には、シール013に発生している発生振動波である音響的振動を検知する振動波検知手段としてのマイクロフォン3および前述した制御装置2で発生させた低減振動波をシール013に向けて放射する振動波放出手段としてのスピーカ4が、図2(b)に示すように、交互に周方向へ等ピッチにして配設されている。

【0031】さらに、各マイクロフォン3およびスピーカ4を制御装置2との間には、信号を相互に伝達するためのコード6で連結されている。なお、図において7は、図2(a)に示すように燃焼ガス流路03の内側に配置されるエンジンの先端部を固定するためボルトであるが、本実施の形態のアクティブダンバシール1とは関連性が薄いので、図1(b)においては省略した。

【0032】本実施の形態のアクティブダンバシール1は、上述のように構成されているので、シール013周辺を通過する被シール媒体として冷却空気により、シール013、特に、柔構造にされている突出材010、突部011に音響的振動が発生したときには、マイクロフォン3によりシール013に発生音響的振動を受信して、コード6により制御装置2に伝達する。

【0033】制御装置2では、マイクロフォン3により集録され、伝達された音響的振動を、付設した解析装置により周波数解析した後、シール013に発生している音響的振動と逆位相の低減振動波を発生させる信号をスピーカ4に発信する。制御装置2から低減振動波を発生させる信号を受信したスピーカ4は、圧電素子の作動により、音響的振動波と逆位相の低減振動波を発生させて、シール013に向けて放射することにより、シール

50

に発生している発生振動波を減衰させることができる。

【0034】また、詳細説明は省略するが制御装置2が、前述したように、マイクロフォン3で検知されたシール013に発生している音響的振動の波形と180度位相のずれた逆位相の波形とともに、逆位相にされる低減振動波の振幅を、発生振動波の振幅と略等しい大きさにして、シール013に放射してシール013に発生している音響的振動を低減させる信号にし、スピーカ4に出力するものにすれば、シール013に発生している音響的振動は、180度位相のずれた逆位相の波形にされ、しかも、音響的振動の振幅と略等しい大きさの振幅にされた振動低減効果の大きい低減振動波の放射により、より効果的に低減させることができる。すなわち、冷却空気の通過によりシール013に発生している音響的振動は、上述した実施の形態のものに比較して、より小さななものに減衰させることができる。

【0035】このように、上述した実施の形態のアクティブダンパシールによれば、

(1) シール013を振動させる音響的振動の励振力レベルを特定することができなくても、スピーカ4で発生させる低減振動波の出力レベルをマイクロフォンで検知した発生振動波を効果的に低減するものに能動的に調整することにより、シール013に発生する音響的振動を押さええることができる。

(2) 振動波放出手段としてのスピーカ4は、圧電素子により制御装置2から受信した信号によって、振動数を任意に調整することができるため、様々な周波数の振動に対し対応が可能である。

(3) 従来のダンバ構造が回転部品に取り付けるようしているのに対し、シール013に発生する音響的振動を低減する制御装置2、マイクロフォン3およびスピーカ4が静止部材であるハニカム取付用円環5に取り付けられるため、構造に対する制約が少なく、また、構造としての部品の精度が不要となるとともに、作動を信頼性の高いものにできる等の利点がある。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のアクティブダンパシールは、回転体に設置され、回転体と回転体近傍の静止部材との間に形成される隙間を通過する被シール媒体の漏洩流量を制御するシール、通過する被シール媒体の流体力によって、シールに発生する発生振動波を検知して、振動波検知手段、振動波検知手段で検知された発生振動波の波形と180度位相のずれた逆位相の波形にして、発生振動波を減衰させることのできる低減振動波を発生させる信号を、振動波放出手段へ出力する制御手段、入力された信号により、低減振動波を発生させシールに向けて放射させて、発生している発生振動波を低減させるスピーカー等からなる振動波放出手段となるものとした。

【0037】これにより、回転体と回転体近傍の静止部

材との間に形成される隙間を通過する、被シール媒体の通過により発生するシールの発生振動波の振動特性が、常時正確に検知でき、この振動波に対応して180度位相のずれた逆位相の波形の低減振動波を発生させて、この低減振動波を音響的な発生振動波が発生しているシールに向けて放射させることにより、発生振動波が、いかなる波形の振動である場合においても、より効果的に低減させることができる。

【0038】また、本発明のアクティブダンパシール10は、制御手段が、発生振動波の振幅と略等しい大きさの180度位相のずれた逆位相の波形にした低減振動波を振動波放出手段に出力するものとした。

【0039】これにより、シールに発生している発生振動波は、発生振動波の振幅と略等しい大きさの振幅にされ、しかも180度位相のずれた逆位相の低減振動波の放射により、より効果的に低減させることができ、発生振動波をより小さなものに減衰させることができる。

【0040】また、本発明のアクティブダンパシール10は、振動波検知手段、制御手段、および振動波放出手段が、回転体との間に隙間を形成して配設される回転体近傍に配設される静止部材に取りつけられるものとした。

【0041】これにより、振動波検知手段、制御手段および振動波放出手段が、振動の比較的小さい静止部材に設置されるので、これらの手段を故障の少ない安定した作動をするものにでき、シールに発生している発生振動波の振動減衰をより信頼性の高いものにすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のアクティブダンパシールの実施の第130形態を示す図で、図1(a)は縦断面図、図1(b)は図1(a)に示す矢視A-Aにおける横断面図。

【図2】ガスターピンの縦断面を示す図で、図2(a)はガスターピンの部分縦断面図、図2(b)は図2(a)に示すシールの詳細を示す縦断面図である。

#### 【符号の説明】

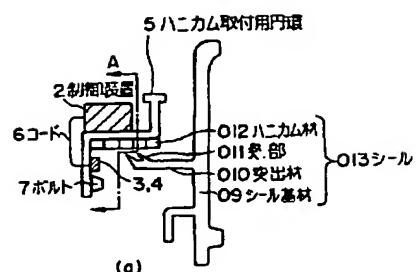
1	アクティブダンパシール
2	制御装置
3	マイクロフォン
4	スピーカ
40	ハニカム取付用円環
5	コード
6	ボルト
7	ガスターピン
01	ケーシング
02	燃焼ガス流路
03	静翼
04	動翼
05	ロータ
06	ロータディスク
07	冷却流路
08	

0 9 シール基材  
0 1 0 突出材  
0 1 1 突部  
0 1 2 ハニカム材

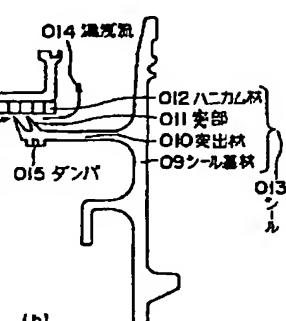
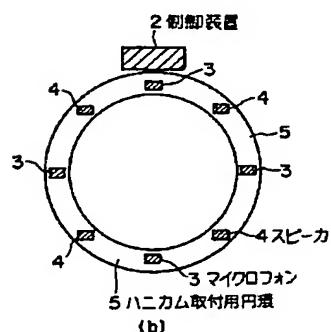
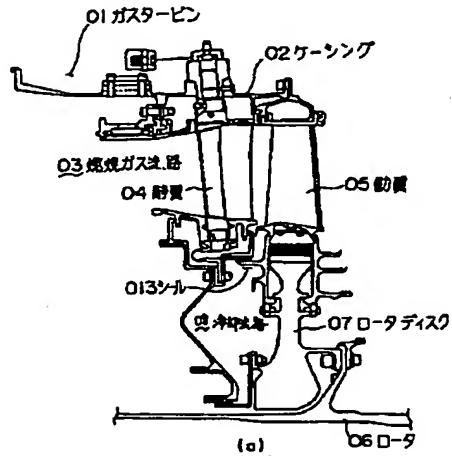
\* 0 1 3 シール  
0 1 4 漏洩流（被シール媒体）  
0 1 5 ダンバ

\*

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 見田 政二

愛知県小牧市大字東田中1200番地 三菱重  
工業株式会社名古屋誘導推進システム製作  
所内

F ターム(参考) 3G002 HA08 HA09 HA10 HA11